

Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca
ESAME DI STATO DI ISTRUZIONE SECONDARIA SUPERIORE

Indirizzo: ITAT - ELETTRONICA ED ELETTROROTECNICA
ARTICOLAZIONE "AUTOMAZIONE"

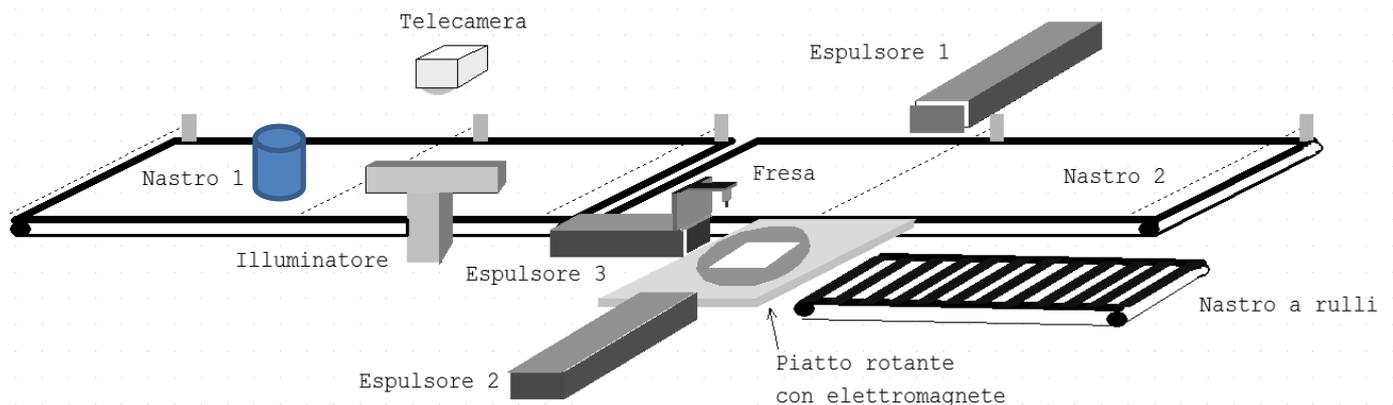
Tema di: ELETTROROTECNICA ED ELETTRONICA e SISTEMI AUTOMATICI

Il candidato svolga la prima parte della prova e due tra i quesiti proposti nella seconda parte.

PRIMA PARTE

All'interno di un'azienda deve essere effettuato il controllo di qualità di cilindri di ferro alla ricerca di eventuali bave prodotte dalla precedente lavorazione, prima di inviarli verso le successive stazioni per completare il ciclo produttivo.

Per ispezionare i cilindri di ferro, il controllo di qualità si avvale di un sistema di visione artificiale, come riportato di seguito:



Le bave, se presenti, si trovano intorno al perimetro della base superiore del cilindro e sono rimosse grazie al processo di fresatura eseguito nella stazione stessa.

Nella stazione di controllo sono presenti due nastri trasportatori, azionati da motori asincroni trifase; il primo nastro si avvia quando il sensore di ingresso rileva la presenza di un cilindro e lo trasporta affinché possa essere valutato dalla telecamera, il secondo trasporta il manufatto verso la stazione in cui si trova il sistema di fresatura.

La valutazione del sistema di visione viene effettuata senza che il nastro 1 si fermi, sincronizzando l'acquisizione dell'immagine al momento in cui il pezzo transita in corrispondenza di un sensore di presenza; nel caso siano riscontrate bave, la risposta del sistema di visione è un segnale di tipo TTL a livello alto disponibile per un tempo compreso tra 0.5 e 3 secondi dall'istante in cui il sensore ha rilevato il cilindro.

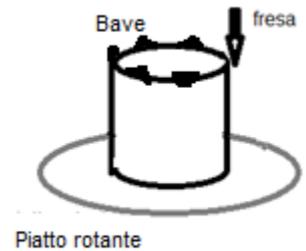
Il cilindro prosegue il percorso verso il nastro 2 solo se quest'ultimo non è occupato da altro cilindro.

Raggiunto il nastro 2, se il sistema di visione non ha segnalato la presenza di bave, il cilindro prosegue fino all'uscita. Altrimenti, quando il pezzo è rilevato dal sensore in prossimità degli espulsori, il nastro 2 si arresta e il sistema costituito da due cilindri elettropneumatici sposta il pezzo al centro di un piatto rotante situato a fianco del nastro, dove verrà eseguita l'operazione di fresatura. Entrambi gli espulsori pneumatici sono comandati da un'elettrovalvola monostabile alimentata a 24 Vdc.

Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca

Sul piatto rotante è presente un elettromagnete che, quando eccitato, blocca il pezzo al fine di mantenerlo ancorato durante la fresatura; dal momento in cui si attiva l'elettromagnete, i pistoni pneumatici ritornano nella posizione di riposo.

Trascorsi 3 secondi dall'invio del comando di eccitazione dell'elettromagnete, il mandrino della fresa, posta in posizione fissa e a contatto con il pezzo, inizia a girare; contemporaneamente inizia a ruotare anche il piatto rotante, quest'ultimo comandato da un motore in corrente continua a magneti permanenti da 1500 giri/minuto e tensione nominale di 24 volt.

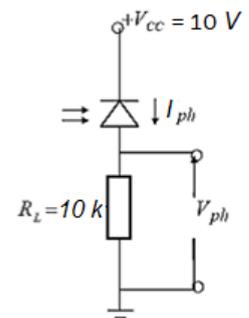


La velocità di rotazione del piatto deve essere tale che un giro completo avvenga in non meno di 6 secondi. Completata la fresatura il mandrino viene arrestato e l'elettromagnete diseccitato, quindi un ulteriore pistone sposta il cilindro fresato su un nastro a rulli che provvede a riportarlo nella posizione di carico per un successivo controllo.

Per il corretto funzionamento della stazione di controllo qualità occorre che nessun pezzo possa essere immesso sul primo nastro finché non sia stato completato il processo relativo al pezzo precedente.

Inoltre, per ottenere una risposta dal sistema di visione il più possibile attendibile, l'illuminazione della scena deve essere mantenuta a un livello ottimale per compensare l'effetto degli eventuali disturbi causati dalla variabilità dell'illuminazione ambiente.

A tale scopo, in due diverse aree della sala nel quale si trova la stazione, sono disposti dei fotodiodi il cui compito è rilevare la potenza della radiazione luminosa dovuta all'illuminazione ambientale e collegati come nel circuito di figura, in cui:



$$V_{ph} = I_{ph} \cdot R_L \quad [V] \quad I_{ph} = S \cdot P \quad [\mu A]$$

con S =sensibilità spettrale = 0,382 A/W, e P =potenza luminosa incidente

In condizioni ottimali, la media della potenza luminosa incidente in ciascuno dei due fotodiodi deve essere di 9 μW ; qualora questa sia inferiore a 6 μW o superiore a 12 μW , il sistema agisce sul pilotaggio del nastro 1 in modo che si arresti fino a quando le condizioni di illuminazione non siano ottimali.

Il candidato, fatte le ulteriori ipotesi aggiuntive che ritiene necessarie:

- 1) progetti il circuito che fornisca il segnale corrispondente al valor medio della potenza ottica rilevata dai due fotodiodi, nell'ipotesi che in corrispondenza del livello massimo di 15 μW di potenza luminosa la tensione prodotta sia pari a 10 V;
- 2) definisca la potenza meccanica che deve essere applicata all'albero del rullo di traino che comanda il nastro trasportatore 1, considerando che:
 - a. il nastro trasportatore orizzontale avanza alla velocità costante di 300 mm/sec;
 - b. i rulli di traino e di rinvio hanno diametro pari a 50 mm;
 - c. il coefficiente di attrito tra tappeto e piano di trasporto è pari a 0.3;
 - d. il peso totale trasportato dal nastro è pari a 150 N.
- 3) rappresenti lo schema a blocchi del sistema di controllo di qualità della stazione e mediante un diagramma di flusso o un automa a stati finiti definisca l'algoritmo di gestione dell'impianto;
- 4) sviluppi il codice per la gestione dell'automatismo in un linguaggio di programmazione per PLC di propria conoscenza.

Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca

SECONDA PARTE

Quesito 1

Con riferimento alla prima parte della prova, si supponga di voler mantenere illuminata in modo costante l'area dove transitano i pezzi al fine di compensare le variazioni dell'illuminamento ambientale.

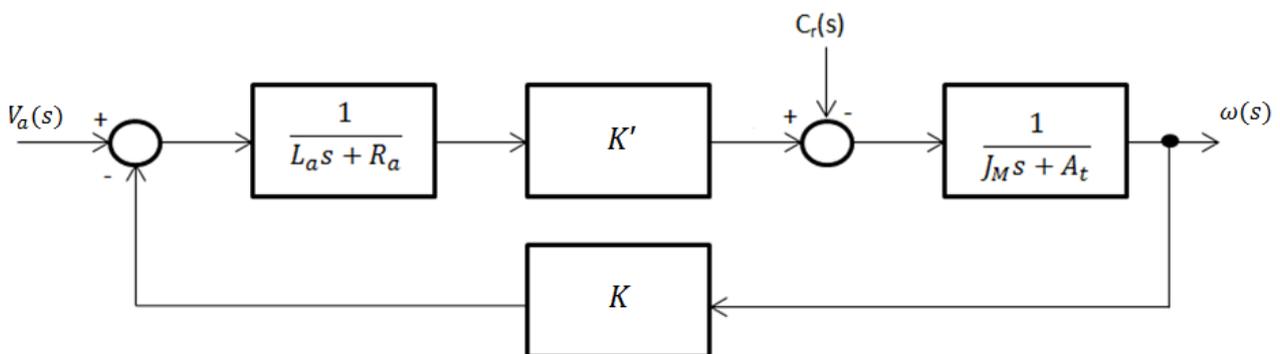
A tale scopo, l'illuminatore è costituito da una barra di led avente tensione di alimentazione 12 V e potenza di 2,5 W. Il funzionamento prevede che i led vengano pilotati in tecnica PWM alla frequenza base di 1 kHz; il valor medio della potenza ottica è pari a $9 \mu\text{W}$ quando l'illuminazione dell'ambiente circostante è adeguata al corretto funzionamento del sistema di visione e il Duty-Cycle del segnale PWM è pari al 60%.

Qualora l'illuminazione ambientale dovesse aumentare, il Duty-Cycle deve diminuire e viceversa; in particolare, per una variazione di $1 \mu\text{W}$ della potenza ottica media rilevata, il Duty-Cycle deve variare del 5%.

Il candidato individui una idonea soluzione che consenta di mantenere costante l'illuminazione della scena, giustificando adeguatamente le scelte operate.

Quesito 2

Con riferimento alla prima parte della prova, la funzione di trasferimento del motore in corrente continua a magneti permanenti che comanda il piatto rotante può essere ricavata dal seguente schema a blocchi, nel quale in entrata è presente la tensione di armatura e in uscita la velocità angolare.



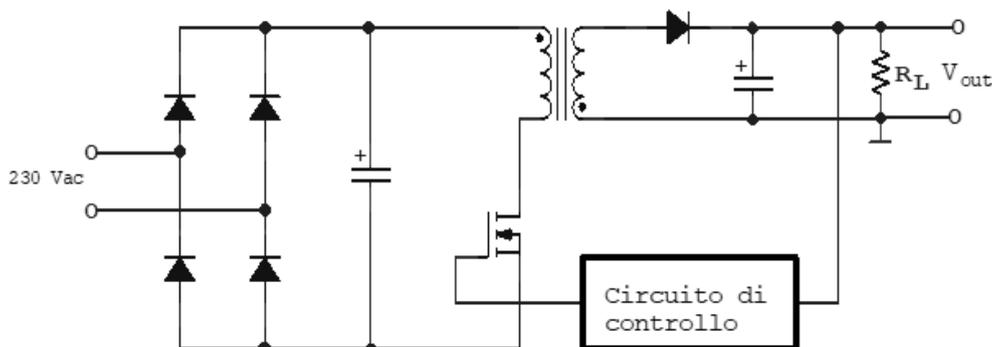
Nell'ipotesi in cui la coppia motrice del motore debba vincere solo la coppia di inerzia, ovvero siano trascurabili gli attriti e nulla la coppia resistente del carico, il candidato determini la funzione di trasferimento del motore, esprimendo le sue considerazioni in riferimento alla risposta dello stesso a una sollecitazione pari al gradino unitario, considerando che il motore è caratterizzato dai seguenti parametri:

$$L_a = 12 \text{ mH} \quad R_a = 8 \Omega \quad K' = 0,2 \text{ V} \cdot \text{s/rad} \quad K = 0,2 \text{ V} \cdot \text{s/rad} \quad J_M = 0,05 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca

Quesito 3

Il circuito illustrato nella figura successiva viene impiegato in molti dispositivi sia in ambito civile che industriale. Dopo aver individuato di quale circuito si tratta, il candidato ne illustri il funzionamento nelle sue parti essenziali, approfondendone pregi e difetti.



Quesito 4

La corretta sintonizzazione dei parametri di un regolatore PID è di fondamentale importanza per il corretto funzionamento del sistema retroazionato nel quale il regolatore è inserito. Il candidato, sulla base delle proprie conoscenze, illustri le metodologie applicabili per ottenere tali parametri, anche in riferimento alla loro implementazione nei moderni regolatori digitali (*autotuning*).

Durata massima della prova: 6 ore.

È consentito l'uso di manuali tecnici e di calcolatrici non programmabili.

È consentito l'uso del dizionario bilingue (italiano-lingua del paese di provenienza) per i candidati di madrelingua non italiana.